

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284769

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 43/08

H 0 1 L 43/08

Z

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

H 0 1 F 10/08

H 0 1 F 10/08

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-92566

(22) 出願日

平成9年(1997)4月10日

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 梅津 英治

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 長谷川 直也

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 牧野 彰宏

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

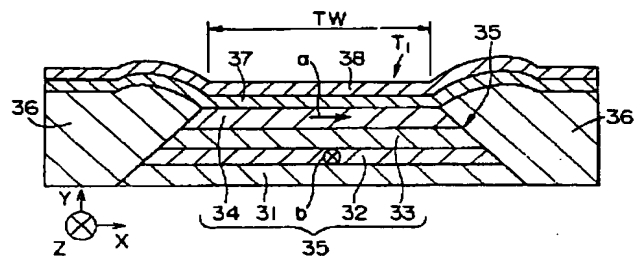
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果多層膜

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、フリー強磁性層に縦バイアスを印加するための層をフリー強磁性層に積層する形に設け、フリー強磁性層に縦バイアスを印加するための層とフリー強磁性層との境界部分への不要元素混入のおそれをなくして縦バイアスによる効果を充分に得ることができるとともに、線形応答性に優れ、バルクハウゼンノイズを抑制した磁気抵抗効果型センサを提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明は、磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層32と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層34を非磁性層33を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層34の上表面または下面に軟磁性層37が積層され、前記軟磁性層37の上表面または下面に反強磁性層38が少なくとも一層積層されてなることを特徴とする。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層を非磁性層を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層の上面または下面に軟磁性層が積層され、前記軟磁性層の上面または下面に反強磁性層が少なくとも一層積層されてなることを特徴とする磁気抵抗効果多層膜。

【請求項 2】 磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層を非磁性層を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層に対し強磁性結合して該フリー強磁性層の保磁力を下げる軟磁性層をフリー強磁性層の上面または下面に積層し、前記軟磁性層の上面または下面に該軟磁性層を単磁区化する反強磁性層を少なくとも一層積層し、前記フリー強磁性層の磁化の反転に応じた電気抵抗を測定して使用するものであることを特徴とする磁気抵抗効果多層膜。

【請求項 3】 前記軟磁性層が、 $bccFe$  を主成分とする結晶相と  $Ti$ 、 $Zr$ 、 $Hf$ 、 $V$ 、 $Nb$ 、 $Ta$ 、 $W$  のうちの 1 種又は 2 種以上の元素からなる元素  $M'$  との炭化物、窒化物からなる結晶相からなり、平均結晶粒径が  $30\text{ nm}$  以下の微細結晶粒が主体とされてなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気抵抗効果多層膜。

【請求項 4】 前記軟磁性層が、 $bccFe$  を主成分とする平均結晶粒径  $30\text{ nm}$  以下の結晶粒を主体とする結晶相と、 $O$  と、 $Ti$ 、 $Zr$ 、 $Hf$ 、 $V$ 、 $Nb$ 、 $Ta$ 、 $W$ 、希土類元素のうちの 1 種又は 2 種以上の元素からなる元素  $M$  との化合物からなる非晶質相からなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気抵抗効果多層膜。

【請求項 5】 前記反強磁性層が、 $Cr-Al$  系合金、 $Cr-Ga$  系合金、 $Cr-In$  系合金、 $NiO$  の 1 種からなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気抵抗効果多層膜。

【請求項 6】 前記軟磁性層の厚さが  $100 \sim 300\text{ \AA}$ 、フリー強磁性層の厚さが  $80 \sim 90\text{ \AA}$ 、前記反強磁性層とフリー強磁性層の合計層厚が  $200 \sim 400\text{ \AA}$  とされてなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気抵抗効果多層膜。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ヘッド、位置センサ、回転センサ等に適用される磁気抵抗効果素子を構成する磁気抵抗効果多層膜に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、磁気抵抗効果型読み取りヘッド（MRヘッド）として、異方性磁気抵抗効果現象を用いた AMR（Anisotropic Magnetoresistance）ヘッドと、伝導電子のスピン依存散乱現象を用いた GMR（Giant Magnetoresistance：巨大磁気抵抗効果）ヘッドと

が知られており、GMRヘッドの 1 つの具体例として、低外部磁界で高磁気抵抗効果を示すスピンバルブ（Spin-Valve）ヘッドが米国特許第 5159513 号明細書に示されている。

【0003】図 4 は従来知られているスピンバルブ構造の一例を示すもので、この例の構造は、フリー強磁性層 1 と非磁性中間層 2 とピン止め強磁性層 3 と反強磁性層 4 を基板上に積層し、この積層体の両側に積層体を挟むように  $Co-Pt$  等からなる磁石層 5、5 を設け、その上に電極層 6、6 を設けて構成されている。また、図 4 に示す従来構造においてピン止め強磁性層 3 の磁化方向を図 4 の Z 方向に固定させるためには、比較的大きなバイアス磁界が必要であり、このバイアス磁界は大きければ大きいほど良いことになる。図 4 の Z 方向の反磁界に打ち勝ち、磁気媒体からの磁束により磁化方向が揺れないためには、少なくとも  $100\text{ Oe}$  のバイアス磁界が必要である。このバイアス磁界を得るために図 4 に示す従来構造にあつては、ピン止め強磁性層 3 に反強磁性層 4 を接触させて設けることにより生じる交換異方性磁界を利用している。

【0004】図 4 に示す構造であると、フリー強磁性層 1 には磁石層 5、5 によって膜面に対して平行（図 4 の X 方向：トラック方向）の縦バイアスを印加し単磁区化した状態でトラック方向に磁化を向けさせるとともに、ピン止め強磁性層 3 の磁化方向を図 4 中の Z 方向、即ち、フリー強磁性層 1 の磁化方向と直交する方向にバイアスを印加して単磁区化した状態で図中 Z 方向に向けさせておく必要がある。前記の縦バイアス印加の目的はフリー強磁性層 1 が多数の磁区を形成することによって生じるバルクハウゼンノイズを抑制すること、即ち、磁気媒体からこの磁束に対してノイズの少ないスムーズな抵抗変化にするためである。また、磁気媒体からの磁束（図 4 の Z 方向）により、前記ピン止め強磁性層 3 の磁化方向は変化してはならず、フリー強磁性層 1 の方向がピン止め強磁性層 3 の磁化方向に対して  $90 \pm \theta^\circ$  の範囲で変化することにより磁気抵抗効果の線形応答性が得られる。以上のように、スピンバルブヘッドの際のピン止め強磁性層のバイアス、フリー強磁性層の縦バイアスに反強磁性層との接触界面で生じる交換異方性磁界を利用することにより、線形応答性が良く、バルクハウゼンノイズを抑制した磁気抵抗効果型ヘッドが実現される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】図 4 に示すスピンバルブ構造において、左右の磁石層 5、5 によって縦バイアスが印加されたフリー強磁性層 1 にあつては、磁石層 5、5 に近接するトラックエンド部（図 4 に符号 7 で示す領域）の磁化の向きが容易に変化しない不感領域となりやすく、磁気媒体の記録密度の向上に伴う更なる狭トラック化が進められた場合に問題を生じるおそれがあった。

【0006】そこで本願発明者らは先に、図5に示すように、フリー強磁性層1と非磁性中間層2とピン止め強磁性層3と反強磁性層4からなる積層体Sをその両側から挟むようにNi-Feなどからなる強磁性層8を設け、該強磁性体8の上に反強磁性層9と電極層10を積層した構造を提案している。この構造によれば、反強磁性層9の一方向異方性により、強磁性層8を単磁区化することで、積層体に接触している強磁性層8の延出部8a側からフリー強磁性層1側に磁束を作用させることができ、これによる交換相互作用で磁氣的にフリー強磁性層1に縦バイアスを印加することができる。

【0007】しかしながら、図5に示す積層構造を製造するには、フリー強磁性層1と非磁性中間層2とピン止め強磁性層3と反強磁性層4を積層した後に、積層体Sとするべき部分のみにマスクを被せてその他の不要部分をイオンミリングにより除去するフォトリソグラフィ技術による加工を行い、トラック幅に相当する幅を有する積層体Sを製造するので、得られた積層体Sの周縁部分にはイオンミリング時に不要元素の再付着が起こるおそれが高く、強磁性層8の延出部8aと積層体Sとが接触する部分で磁束を作用させる重要な部分に不要元素が混入して所望の縦バイアスによる効果を得られなくなるおそれがあった。

【0008】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、フリー強磁性層に縦バイアスを印加するための層をフリー強磁性層の側部側ではなくフリー強磁性層に積層する形に設けることにより、フリー強磁性層に縦バイアスを印加するための層とフリー強磁性層との境界部分への不要元素混入のおそれをなくして縦バイアスによる効果を十分に得ることができるとともに、線形応答性に優れ、バルクハウゼンノイズを抑制した磁気抵抗効果型センサを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決するために、磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層を非磁性層を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層の上面または下面に軟磁性層が積層され、前記軟磁性層の上面または下面に反強磁性層が少なくとも一層積層されてなることを特徴とする。次に本発明においては、磁化反転がピン止めされたピン止め強磁性層と磁化反転が自由にされたフリー強磁性層を非磁性層を介し積層してなる磁気抵抗効果多層膜であり、前記フリー強磁性層に対し強磁性結合して該フリー強磁性層の保磁力を下げる軟磁性層をフリー強磁性層の上面または下面に積層し、前記軟磁性層の上面または下面に該軟磁性層を単磁区化する反強磁性層を少なくとも一層積層し、前記フリー強磁性層の磁化の反転に応じた電気抵抗を測定して使用するものであることを特徴とする。更に本発明において、前記軟磁性層が、bccFeを主成分

とする結晶相とTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Wのうちの1種又は2種以上の元素からなる元素M'との炭化物、窒化物からなる結晶相からなり、平均結晶粒径が30nm以下の微細結晶粒が主体とされてなることを特徴とする。

【0010】本発明構造において、前記軟磁性層が、bccFeを主成分とする平均結晶粒径30nm以下の結晶粒を主体とする結晶相と、Oと、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、W、希土類元素のうちの1種又は2種以上の元素からなる元素Mとの化合物からなる非晶質相からなることを特徴とする。前記反強磁性層が、Cr-Al系合金、Cr-Ga系合金、Cr-In系合金、NiOの1種からなることが好ましい。また、前記軟磁性層の厚さが100~300Å、フリー強磁性層の厚さが80~90Å、前記反強磁性層とフリー強磁性層の合計層厚が200~400Åとされてなることが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の一形態について説明する。図1は本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の一形態を示すものであり、図示略の磁気ヘッド等を構成する基板の上に形成されたピン止め用強磁性層31上に、ピン止め強磁性層32と非磁性層33とフリー強磁性層34が順次積層されて例えば断面台形状の積層体35が形成され、フリー強磁性層34の両端部側に、トラック幅TWに相当する間隔を相互の間にあけて積層体35をその両側から挟む電極層36、36が設けられている。また、電極層36、36とフリー強磁性層34とを覆って軟磁性層37が積層され、軟磁性層37上に軟磁性層37を覆って反強磁性層38が積層されている。なお、この形態の構造においては、ピン止め用強磁性層31とピン止め強磁性層32と非磁性層33とフリー強磁性層34と軟磁性層37と反強磁性層38とによってスピナル型の磁気抵抗効果多層膜T<sub>1</sub>が構成されている。

【0012】前記ピン止め用強磁性層31は、その上に形成されるピン止め強磁性層32に磁氣的交換結合力を作用させて強磁性層32の保磁力を増大させ、磁化の向きをピン止めするためのものであり、このピン止め用強磁性層31は、反強磁性体、特に酸化物反強磁性体から構成されることが好ましく、1つの具体例としては、 $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から形成される。この $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなるピン止め用強磁性層31であるならば、 $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>自体のモーリン点が高く、ブロッキング温度が高いので、線形応答性に優れた上で温度変化に強く、バルクハウゼンノイズを確実に抑制できる磁気抵抗効果多層膜を提供できる。なお、 $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の他にPt-Mn、Ir-Mn、Fe-Mn、NiO等も使用することができる。前記強磁性層32、34は、いずれも強磁性体の薄膜からなるが、具体的にはNi-Fe合金、Co-Fe合金、Ni-Co合金、Co、Ni-Fe-Co合金などからな

る。また、強磁性層 32 を Co 層から、強磁性層 34 を Ni-Fe 合金層から、あるいは Co 層と Ni-Fe 合金層の積層構造から構成することもできる。なお、Co 層と Ni-Fe 合金層との 2 層構造とする場合は、非磁性層 33 側に薄い Co 層を配置する構造とすることもできる。

【0013】これは、非磁性層 33 を強磁性層 32、34 で挟む構造の巨大磁気抵抗効果発生機構にあっては、Co と Cu の界面で伝導電子のスピン依存散乱の効果が大きいこと、および、強磁性層 32、34 を同種の材料から構成する方が、異種の材料から構成するよりも、伝導電子のスピン依存散乱以外の因子が生じる可能性が低く、より高い磁気抵抗効果を得られることに起因している。このようなことから、強磁性層 32 を Co から構成した場合は、強磁性層 34 の非磁性層 33 側を所定の厚さで Co 層に置換した構造が好ましい。また、Co 層を特に区別して設けなくとも、強磁性層 34 の非磁性層 33 側に Co をより多く含ませた合金状態とし、反対側に向かうにつれて徐々に Co 濃度が薄くなるような濃度勾配層としても良い。

【0014】前記非磁性層 33 は、Cu、Cr、Au、Ag などに代表される非磁性体からなり、20~40 Å の厚さに形成されている。ここで非磁性膜 33 の厚さが 20 Å より薄いと、強磁性層 32 と強磁性層 34 との間で磁氣的結合が起りやすくなる。また、非磁性層 33 が 40 Å より厚いと磁気抵抗効果を生じる要因である非磁性層 33 と強磁性層 32、34 の界面で散乱される伝導電子の率が低下し、電流の分流効果により磁気抵抗効果が低減されてしまうので好ましくない。

【0015】前記軟磁性層 37 は、例えば以下に説明する軟磁性合金の膜から構成され、好ましくは厚さ 100~300 Å 程度に形成される。なお、ここで用いられる軟磁性層 37 は、軟磁気特性に優れ、飽和磁束密度が高いとともに、比抵抗の大きなものを用いることが好ましい。

#### 【0016】組成例 1

組成式として  $Fe \cdot M \cdot O$  で示され、M は希土類元素

(周期表の 3 A 族に属する Sc、Y、あるいは La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu などのランタノイド) のうち少なくとも一種の元素またはそれらの混合物を表し、組成比 a、b、c は、好ましくは原子%で、 $50 \leq a \leq 70$ 、 $5 \leq b \leq 30$ 、 $10 \leq c \leq 30$ 、 $a + b + c = 100$  なる関係を満足することを特徴とする軟磁性合金を適用することができる。なお、この組成の軟磁性合金ならば、先に本発明者らが特開平 06-316748 号明細書で開示した如く比抵抗として  $400 \sim 10000 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  程度の高比抵抗を示すので本願発明の目的達成のために使用することができる。

#### 【0017】組成例 2

組成式として  $Fe \cdot M' \cdot O$  で示され、M' は、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、W の群から選ばれた少なくとも一種の元素またはそれらの混合物を表し、組成比 d、e、f は好ましくは原子%で、 $45 \leq d \leq 70$ 、 $5 \leq e \leq 30$ 、 $10 \leq f \leq 40$ 、 $d + e + f = 100$  なる関係を満足することを特徴とする軟磁性合金を適用することができる。なお、この組成の軟磁性合金ならば、先に本発明者らが特開平 06-316748 号明細書で開示した如く比抵抗として、 $400 \sim 2.0 \times 10^5 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  程度の高比抵抗を示すので本願発明の目的達成のために使用することができる。

#### 【0018】組成例 3

組成式として、 $T \cdot X \cdot M \cdot Z \cdot Q$  で示され、T は Fe と Co のいずれか又は両方、X は Si と Al のいずれか又は両方、M' は Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W の金属元素群から選ばれる少なくとも 1 種の元素、Z は C と N のいずれか又は両方、Q は Cr、Re、Ru、Rh、Ni、Pd、Pt、Au の金属元素群から選ばれる少なくとも 1 種の元素を表す。また、前記の組成において、下記の組成比 (原子%) を満足することが好ましい。 $0 \leq a \leq 25$ 、 $1 \leq b \leq 7$ 、 $0.5 \leq c \leq 10$ 、 $0 \leq d \leq 10$ 。この例の組成であるならば、1 T を越える高い飽和磁束密度を示すので本願発明の目的達成のために使用することができる。

#### 【0019】組成例 4

組成式として、 $T \cdot Si \cdot Al \cdot M \cdot Z \cdot Q$ 、但し、T は Fe と Co のいずれか又は両方、M は Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W の金属元素群から選ばれる少なくとも 1 種の元素、Z は C と N のいずれか又は両方、Q は Cr、Re、Ru、Rh、Ni、Pd、Pt、Au の金属元素群から選ばれる少なくとも 1 種の元素を表す。また、下記の組成比 (原子%) を満足することが好ましい。 $8 \leq e \leq 15$ 、 $0.5 \leq f \leq 10$ 、 $1 \leq b \leq 7$ 、 $0.5 \leq c \leq 10$ 、 $0 \leq d \leq 10$ 。この例の組成であるならば、1 T を越える高い飽和磁束密度を示すので本願発明の目的達成のために使用することができる。

【0020】次に、前記反強磁性層 38 は、ピン止め用強磁性層 31 とは異なる反強磁性体、例えば、Cr-Al、PtMn、NiO 等からなることが好ましいが、中でも高比抵抗の Cr-Al が最も好ましい。

【0021】前記の構造においては、フリー強磁性層 34 上に軟磁性層 37 を設けているので、フリー強磁性層 34 と軟磁性層 37 を強磁性結合させることができ、これによりフリー強磁性層 34 の保磁力を下げるができる。更に、軟磁性層 37 上に反強磁性層 38 を設けることで、軟磁性層 37 を単磁区化することができる。また、単磁区化した軟磁性層 37 によりフリー強磁性層 34 にバイアスを印加することができる。また、ピン止め強磁性層 32 の全面に密着させたピン止め用強磁性層

31により、ピン止め強磁性層32の磁化の向きをピン止めして図1の紙面に垂直なb方向に磁化の向きを揃えることができる。以上のことから、フリー強磁性層34の磁化の向きを図1の矢印a方向に向け、ピン止め強磁性層32の磁化の向きを矢印b方向に向けることで両者をほぼ90°で直交させて揃えることができる。

【0022】図1に示す構造において定常電流は、磁気抵抗効果多層膜T<sub>1</sub>に与えられる。図1に示す構造であるならば、ピン止め強磁性層32の磁化の向きがピン止めされ、フリー強磁性層34の磁化の方向がトラック幅TWに相当する領域において自由にされる結果、強磁性層32と34の間に保磁力差が生じ、これに起因して巨大磁気抵抗効果が得られる。即ち、磁化の回転が自由にされたフリー強磁性層34の中央部のトラック幅TWに相当する部分に、磁気記録媒体からの漏れ磁界などのような外部磁界が作用すると、フリー強磁性層34の磁化の向きが容易に回転するので、回転に伴って磁気抵抗効果多層膜T<sub>1</sub>に抵抗変化が生じ、この抵抗変化を測定することで磁気記録媒体の磁気情報を読み取ることができる。また、この抵抗変化の際にフリー強磁性層34は単磁区化された軟磁性層37に接して、しかも縦バイアスが印加されているので、バルクハウゼンノイズを生じることなく、良好な線形応答性で抵抗変化が得られる。

【0023】また、図1に示す構造において、ピン止め用強磁性層31を $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ から構成すると、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ は元々酸化物であり、従来のスピンバルブ構造において用いられているFeMnに比べて耐食性に優れ、しかもネール温度が高いので、温度変動に強い特徴がある。なお、図1に示す素子構造においてピン止め用強磁性層31を $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ から構成できると記載したが、ピン止め用強磁性層31の構成材料はピン止め強磁性層32に磁気的交換結合力を作用させて保磁力を高くするようなものであれば良いので、他の反強磁性体、酸化物反強磁性体あるいは高保磁力磁性体等から構成しても良いのは勿論である。

【0024】次に、図1に示す構造の磁気抵抗効果多層膜T<sub>1</sub>を得るには、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC（アルチック）などの非磁性のセラミックス基板を高周波マグネトロンスパッタ装置あるいはイオンビームスパッタ装置のチャンバ内に設置し、チャンバ内をArガスなどの不活性ガス雰囲気としてから順次必要な層を成膜することにより作成することができる。成膜に必要なターゲットは、例えば $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ターゲット、Ni-Fe合金ターゲット、Cuターゲットなどである。

【0025】図1に示す断面構造の磁気抵抗効果多層膜を製造するには、Arガス圧3mTorr以下などの減圧雰囲気中において図1のZ方向に磁界を印加しながら、スパッタにより基板上に $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ からなるピン止め用強磁性層31を形成し、このピン止め用強磁性層31上

に、非磁性層33を挟んで2層の強磁性層32、34を形成するとともに、フォトリソグラフィプロセスとイオンミリングによりトラック幅に相当する部分を残して他の部分を除去して積層体35とする。積層体35を形成したならば積層体35の両側を挟むように電極層36、36を形成し、更に積層体35の上面と電極層36の上面を覆うように軟磁性層37と反強磁性層38を積層する。ここで反強磁性層38を積層する場合に例えば磁界を印加しながら成膜する。

【0026】次いで図1の紙面垂直方向に磁界を印加してピン止め用強磁性層31を着磁して磁化の向きを固定することでピン止め強磁性層32の磁化の向きをピン止めする。以上の処理によってピン止め強磁性層32の磁化の向きとフリー強磁性層34の磁化の向きが90°直交した図3に示す構造の磁気抵抗効果型センサを得ることができる。

【0027】ここで積層体35を形成する場合のフォトリソグラフィプロセスにおいて、必要な膜を積層しこの積層膜において積層体の形成予定部分を覆うマスクを被せてから不要部分をイオンミリングにより除去して積層体35を形成する処理を行うが、ここで積層体35の側部側にイオンミリング時に不要物質が混入することが考えられる。しかし、図1に示す構造であれば、フリー強磁性層34の上に形成する軟磁性層37と反強磁性層38がフリー強磁性層34に縦バイアスを印加するので、フリー強磁性層34の側部側に設けるのは電極層36のみで良く、積層体35の側部側の不要元素混入は磁気抵抗効果には何ら悪影響を及ぼさない。従ってイオンミリング工程を行っても縦バイアス印加機構に何ら悪影響は及ぼさない。

【0028】次に図2は、本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第2の形態を示すもので、この形態の磁気抵抗効果多層膜T<sub>1</sub>は、断面台形状の積層体40をピン止め用強磁性層31とピン止め強磁性層32と非磁性層33とフリー強磁性層34と軟磁性層37'と反強磁性層38'とから構成し、積層体40の両側に被さるように電極層36、36を設けた構造である。

【0029】次に図3は、本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第3の形態を示すもので、この形態の磁気抵抗効果多層膜T<sub>1</sub>は、軟磁性層37と反強磁性層38とを下地層として基板上に形成し、その上に断面台形状になるようにフリー強磁性層34と非磁性層33とピン止め強磁性層32とピン止め用強磁性層31とを積層して積層体41を構成し、軟磁性層37上に前記積層体41の両側に被さるように電極層36、36を設けた構造である。

【0030】これらのいずれの構造においてもフリー強磁性層34に軟磁性層37と反強磁性層38を積層しているので、縦バイアスを印加することができ、軟磁性層37に反強磁性層38を密着配置しているので軟磁性層

37を単磁区化することができ、本願の目的を先の形態の場合と同様に達成することができる。

【0031】なお、図2に示す構造であると、図1に示す構造とは異なり、積層体40をピン止め用強磁性層31とピン止め強磁性層32と非磁性層33とフリー強磁性層34と軟磁性層37'と反強磁性層38'とから構成しているので、これらを形成するための膜を順次成膜して積層した後でまとめてイオンミリングすることで積層体40を形成し、電極層36、36を形成することで製造できる。即ち、図1に示す構造の如く積層体35と電極層36を形成後に更に軟磁性層37と反強磁性層38を別途積層する必要が図2に示す構造では必要ないので、図2に示す構造であれば図1に示す構造よりも工程数を削減できて容易に製造できるようになる。

#### 【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、フリー強磁性層に軟磁性層と反強磁性層を積層させて設け、反強磁性層から軟磁性層に磁氣的交換結合を生じさせて軟磁性層を単磁区化するとともに、反強磁性層から軟磁性層を介してフリー強磁性層に縦バイアスを印加することができる。そして、軟磁性層と反強磁性層はフリー強磁性層に積層する形で設けるので、各層を構成する膜を積層してイオンミリング等によりパターンニングする場合であっても、軟磁性層と反強磁性層とフリー強磁性層の積層界面に不要物質が混入するおそれはなくなり、目的通りの縦バイアスを印加することができる。従って前記構\*

\* 造の磁気抵抗効果多層膜を磁気ヘッドに用いるならば、磁気記録媒体からの微小な磁界に線形応答して抵抗変化を起こし、これにより検出感度良くバルクハウゼンノイズの無い状態で磁気情報の読出を行い得る磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第1の形態を示す断面図。

【図2】 本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第2の形態を示す断面図。

【図3】 本発明に係る磁気抵抗効果多層膜の第3の形態を示す断面図。

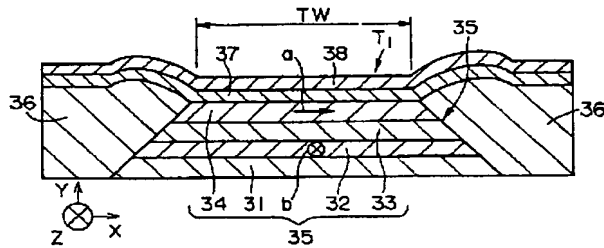
【図4】 従来の磁気抵抗効果型センサの第1の例を示す断面図。

【図5】 従来の磁気抵抗効果型センサの第2の例を示す断面図。

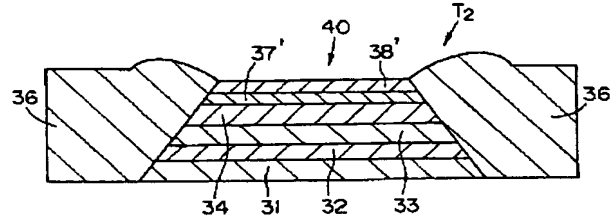
#### 【符号の説明】

T <sub>1</sub> 、T <sub>2</sub> 、T <sub>3</sub>	磁気抵抗効果多層膜
31	ピン止め用強磁性層
32	ピン止め強磁性層
33	非磁性層
34	フリー強磁性層
35	積層体
36	電極層
37、37'、47	軟磁性層
38、38'、48	反強磁性層

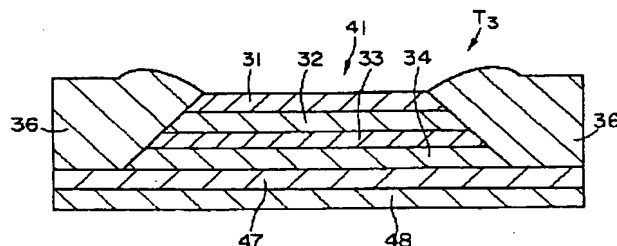
【図1】



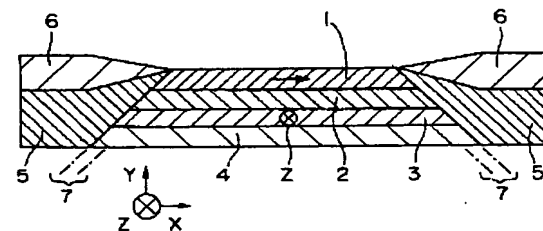
【図2】



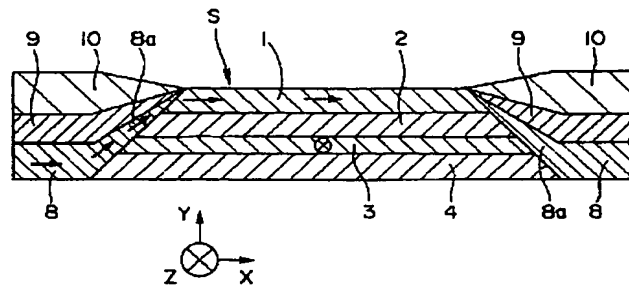
【図3】



【図4】



【図 5】



BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**